

AperTO - Archivio Istituzionale Open Access dell'Università di Torino

Studio interdisciplinare per il monitoraggio e la valorizzazione delle sorgenti della valle Susa in previsione di opere a forte impatto ambientale

This is the author's manuscript

Original Citation:

Availability:

This version is available <http://hdl.handle.net/2318/75949> since

Terms of use:

Open Access

Anyone can freely access the full text of works made available as "Open Access". Works made available under a Creative Commons license can be used according to the terms and conditions of said license. Use of all other works requires consent of the right holder (author or publisher) if not exempted from copyright protection by the applicable law.

(Article begins on next page)

DOMENICO A. DE LUCA *, ENRICO DESTEFANIS *,
MARIA GABRIELLA FORNO *, SIMONA FRATIANNI *,
MARCO GATTIGLIO *, LUCIANO MASCIOTTO * e ALAN MENEGON *

STUDIO INTERDISCIPLINARE PER IL MONITORAGGIO E LA VALORIZZAZIONE DELLE SORGENTI DELLA VALLE DI SUSA

ABSTRACT: *Interdisciplinary Study for the Monitoring and Valorization of Susa Valley Springs.* – With a view to the carrying out of the stretch of High Capacity railway line between Lion and Turin, a study for a water resources monitoring system in Susa Valley (North-Western Italy) is summarized in the paper. By means of an interdisciplinary analysis, 50 springs of public drinking water, homogeneously distributed in space and altitude in the Susa Valley, have been investigated in the following steps: carrying out of a groundwater monitoring network; geological, geomorphological, climatological and hydrological setting of the study area; water physical-chemical characterization. Geological maps and schematic geological cross sections of the surrounding zones of each studied emergence have been carried out. Most of the springs is located in the superficial deposits and influenced by permeability limits occurring among different lithologic facies. The investigations about the springs is preparatory to the mounting of stations for the measurements of physical - chemical parameters able to define the spring regime and to evaluate the consequences of the climate change and human activities on the environment.

Keywords: springs, water resources, aquifer geology, Susa Valley.

Parole chiave: sorgenti, risorse idriche, geologia degli acquiferi, Valle di Susa.

Introduzione

Il presente studio nasce nell'ambito di una convenzione stipulata tra il Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Torino e la

* Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Torino.

Provincia di Torino. Attraverso un'analisi interdisciplinare delle emergenze idriche, lo studio contribuisce alla definizione di un sistema di monitoraggio delle potenzialità idriche della Valle di Susa in previsione degli interventi connessi alla realizzazione del progettato raccordo ferroviario Alta Capacità Torino-Lione.

Lo studio ha comportato il censimento di circa cento sorgenti. Tra esse, cinquanta sono state oggetto di indagini più dettagliate per la costituzione di una rete di monitoraggio (fig. 1). Le indagini sono state rivolte alla definizione del contesto geologico, geomorfologico, idrologico e idrogeologico e alla caratterizzazione chimico-fisica delle acque. L'elaborazione dei dati ha permesso di correlare l'idrochimica delle acque e la tipologia di circolazione idrica sotterranea con la costituzione e l'assetto geologico del territorio.

Inquadramento geologico e idrogeologico

La Valle di Susa è sviluppata con andamento EO nell'arco alpino occidentale da una quota massima di 3.538 m del Monte Rocciamelone a circa 220 m della confluenza del Fiume Dora Riparia con il Fiu-

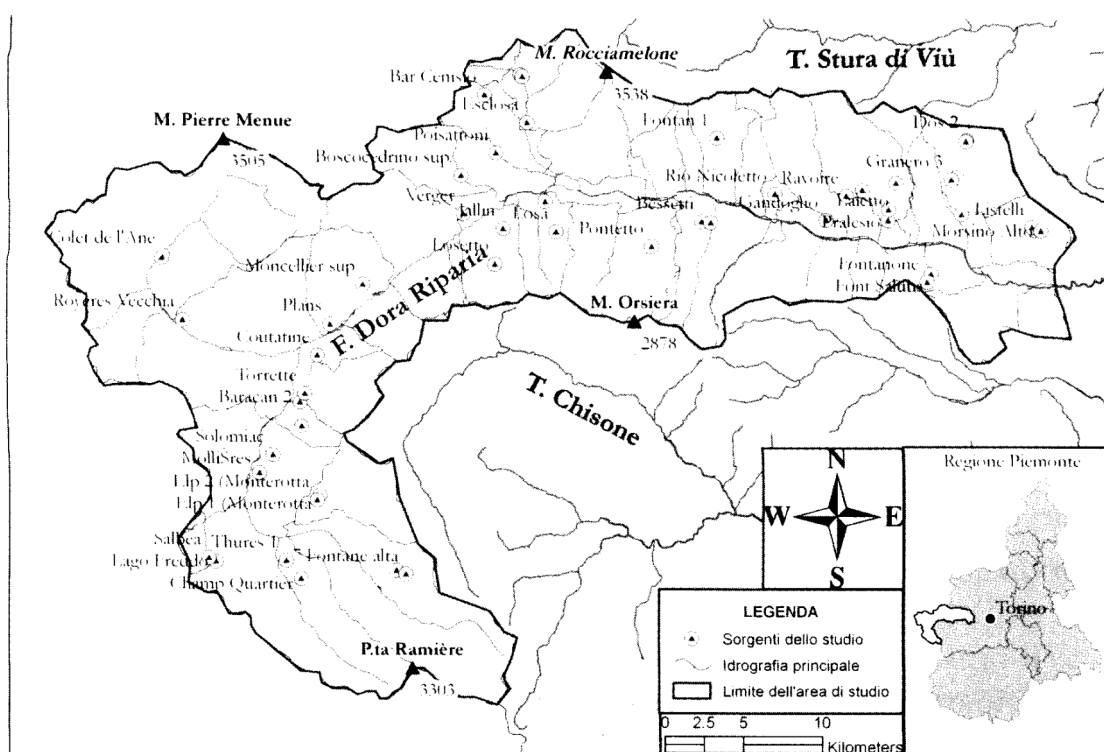


Fig. 1 - Ubicazione delle sorgenti oggetto dello studio.

me Po. Essa taglia trasversalmente la zona assiale della catena alpina esponendo rocce, appartenenti sia alla crosta continentale sia alla crosta oceanica, riferibili a numerose Unità tettono-stratigrafiche (fig. 2), ciascuna con propria evoluzione tettono-metamorfica alpina (CARRARO *et al.*, 2002; POLINO *et al.*, 2002).

Il substrato metamorfico presenta generalmente bassa permeabilità: fanno eccezione i litotipi solubili (calcari, marmi, gessi e carniole) o le rocce interessate da sistemi di fratturazione particolarmente sviluppati.

La Valle di Susa presenta diffuse testimonianze del modellamento glaciale quaternario: le forme di erosione sono riconoscibili in ampi settori di versante che conservano le tracce dell'esarazione glaciale; quelle di accumulo sono rappresentate da estesi e talvolta potenti lembi di depositi glaciali, localmente ben conservati, osservabili a diverse quote su entrambi i versanti della valle e trovano la loro massima espressione nell'Anfiteatro Morenico di Rivoli-Avigliana.

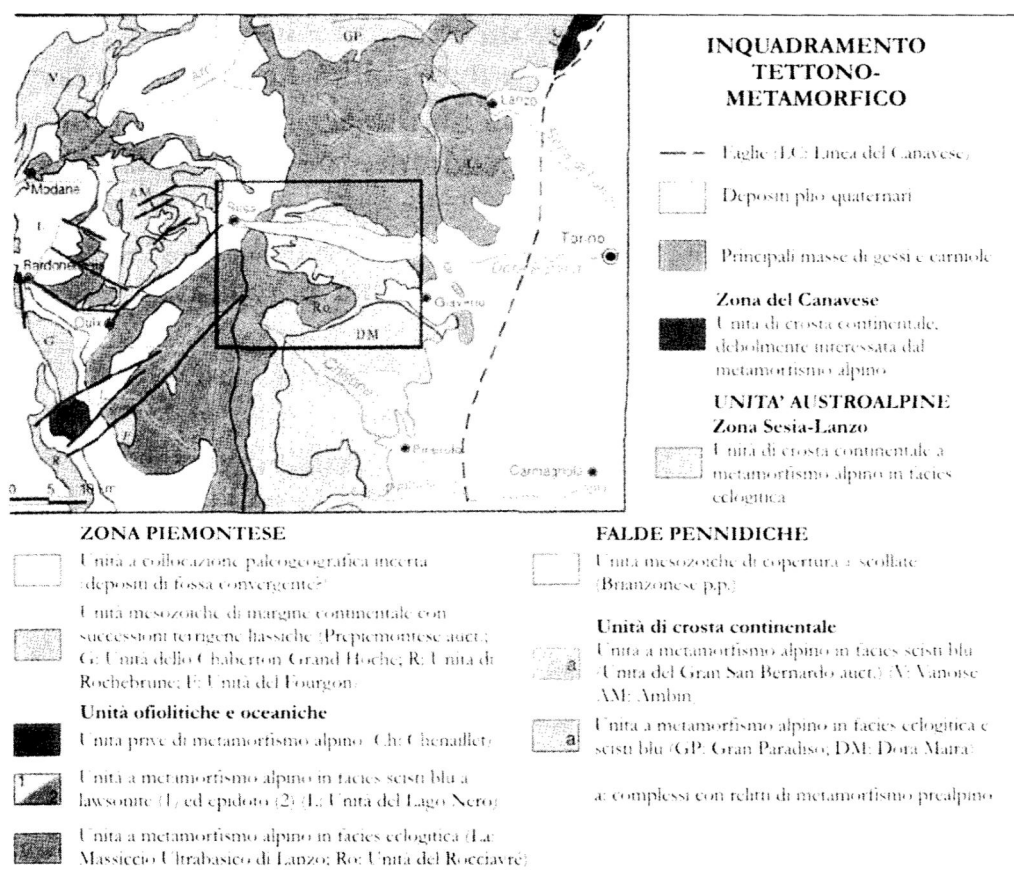


Fig. 2 - Inquadramento tettono-metamorfico della Valle di Susa.

L'evoluzione recente è inoltre caratterizzata dallo sviluppo di importanti DGPV, prevalentemente diffuse in corrispondenza delle aree interessate dai sistemi di frattura principali, determinando un ulteriore stato di deformazione e di fratturazione che coinvolge interi versanti. Il modellamento fluviale è invece responsabile della formazione degli attuali ampi fondovalle, caratterizzati talvolta da spessori significativi di depositi alluvionali.

Il territorio della Valle di Susa può essere suddiviso, da un punto di vista idrogeologico, in diversi complessi:

- rocce metamorfiche con permeabilità da molto bassa a bassa per fratturazione (metaofioliti, gneiss, micascisti, quarziti);
- rocce metamorfiche con permeabilità da molto bassa a bassa per fratturazione e microcarsismo (calcescisti, calcescisti filladici e calcescisti marmorei);
- rocce metamorfiche con permeabilità da medio-bassa a buona per fratturazione e carsismo (metadolomie);
- rocce sedimentarie e metamorfiche con permeabilità da media a elevata per fratturazione e carsismo (gessi e carnirole);
- depositi glaciali di fondo con permeabilità medio-bassa per porosità;
- depositi glaciali di ablazione e gravitativi con permeabilità elevata per porosità;
- depositi lacustri con permeabilità medio-bassa per porosità; depositi fluviali con permeabilità elevata per porosità.

Caratteristiche pluviometriche e idrologiche

La Valle di Susa è incuneata tra le Valli di Lanzo (a nord) e la Val Sangone e il Massiccio dell'Orsiera-Rocciavré (a sud): quest'ultimo ostacola l'afflusso delle masse d'aria umida di origine mediterranea ed è responsabile della scarsità di precipitazioni. Le condizioni di xericità sono accentuate dalla presenza di una considerevole ventosità con effetto evaporante, poiché sono dominanti i venti da Ovest, spesso associati a episodi di *föhn*.

Le precipitazioni medie annue delle stazioni considerate nello studio oscillano tra gli 880 mm di Avigliana e i 604 mm di Gad, a eccezione di Lago Pilone (Sauze d'Oulx, 2.320 m s.l.m.) in cui si registrano mediamente soltanto 501 mm di precipitazioni liquide e solide. Occorre inol-

tre sottolineare che negli ultimi quindici anni si assiste a una costante diminuzione dell'apporto meteorico, stimata intorno a 17 mm/anno.

La distribuzione annuale delle precipitazioni è bimodale, con un minimo principale invernale, un minimo secondario estivo e un massimo autunnale o primaverile a seconda del luogo considerato. In particolare, nelle stazioni ubicate alle quote inferiori, si registra il massimo principale autunnale e un regime di tipo subalpino (secondo la classificazione di MORI, 1969); a quote superiori si registra invece un massimo principale primaverile e un regime di tipo subcontinentale (FRATIANNI e MOTTA, 2002).

Partendo dai dati pluviometrici medi annui (BIANCOTTI *et al.*, 1998) mediati col metodo delle isoiete, è stato calcolato il bilancio idrologico del bacino della Valle di Susa, con chiusura presso la stazione idrografica di Sant'Antonino, per una superficie pari a 1.072 km². I dati idrometrici registrati a Sant'Antonino nel periodo 1936-1970 indicano un deflusso globale medio annuo di 568 mm (BIANCOTTI *et al.*, 2005). Gli afflussi medi annui, risultati pari a 886 mm, permettono di ricavare un'evapotraspirazione reale di 318 mm. Dalla media pesata sui diversi complessi idrogeologici affioranti nell'area, si è ricavato un coefficiente d'infiltrazione potenziale pari a 0,38 da cui risulta che il deflusso globale sia pertanto ripartito in un deflusso superficiale di 350 mm e un deflusso sotterraneo di 218 mm.

Caratterizzazione chimico-fisica delle acque sorgive

Sono state effettuate più campagne di monitoraggio delle sorgenti e condotte analisi dei principali parametri chimico-fisici delle acque: *pH*, *conducibilità elettrolitica*, Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^{+} , K^{+} , Cl^{-} , HCO_3^{-} , SO_4^{2-} , NO_3^{-}

In particolare, la conducibilità ha un valore medio di 355 $\mu S/cm$, variando tra un minimo di 89 $\mu S/cm$ (Rubiana) e un massimo di 948 $\mu S/cm$ (Novalesa): è variamente condizionata dall'abbondanza dei diversi ioni, in particolare dal bicarbonato dai solfati e dagli alcalino-terrosi. Il bicarbonato, che si riscontra in acque circolanti sia in rocce silicatiche (per apporto atmosferico) sia, in maggior misura, in rocce carbonatiche (apporto sia atmosferico sia litologico), costituisce la specie ionica più rappresentata nelle ac-

que della Valle di Susa, con una media di 178 mg/l e un campo di oscillazione compreso tra 48,6 mg/l e 323,9 mg/l. La presenza di evaporiti gessose, altamente solubili, può far sì che i solfati diventino la specie anionica predominante, mentre i cloruri non intervengono in modo significativo.

I cationi più rappresentati sono lo ione Ca^{2+} derivante dai gessi, dalle rocce carbonatiche e secondariamente dalle rocce silicatiche, e lo ione Mg^{2+} per l'apporto sia delle dolomie sia delle rocce silicatiche basiche e ultrabasiche.

Il quadro esposto è confermato dai diagrammi di Piper e Schoeller (fig. 3) dai quali si può stabilire come le acque della Valle di Susa siano inquadrabili in una facies da bicarbonato-calcico-magnesiaca a bicarbonato e solfato-calcico-magnesiaca.

Per quanto riguarda la qualità delle acque si osserva una conformità alle acque destinate al consumo umano, limitatamente ai parametri presi in considerazione, tranne che per le due sorgenti S. Maria superiore e S. Maria inferiore (Novalesa), a causa di concentrazioni in solfati pressoché doppie rispetto a quella di 250 mg/l indicata come "valore di parametro" dalla normativa vigente (D. Lgs. n. 31/2001).

Definizione dell'assetto geologico locale in corrispondenza delle emergenze

Sono stati effettuati rilievi geologici di dettaglio in un intorno significativo delle cinquanta emergenze, che hanno permesso la realizzazione sia di carte geologiche sia di profili schematici che visualizzano i rapporti tra i corpi geologici affioranti. La maggior parte delle sorgenti è ubicata entro i depositi superficiali ed è condizionata essenzialmente dai limiti di permeabilità che si sviluppano tra le diverse facies. Particolarmente favorevole alla genesi delle emergenze è risultato il limite tra depositi glaciali di fondo, caratterizzati da una modesta permeabilità, e depositi glaciali di ablazione, che mostrano invece una permeabilità elevata. Numerose sono anche le emergenze impostate al contatto tra depositi gravitativi grossolani, anch'essi caratterizzati da permeabilità elevata, e depositi glaciali o substrato metamorfico sottostanti meno permeabili. Sono inoltre state evidenziate alcune emergenze ubicate in corrispondenza di scarpate che dissecano i depositi alluvionali di fondovalle. Talvolta, le emergenze entro i depositi superficiali appaiono favorite da discontinuità tettoniche svi-

luppate nel substrato, corrispondenti a contatti tettonici regionali o a intense fratturazioni connesse con DGPV. In alcuni casi, le acque scaturiscono direttamente dal substrato in corrispondenza di questi sistemi di fratture che consentono una buona circolazione idrica sotterranea.

In gran parte degli esempi studiati, le emergenze sono favorite da motivi morfologici, essendo prevalentemente ubicate in corrispondenza di impluvi attivi o di valli abbandonate, spesso interpretabili come antichi scaricatori glaciali.

Il contesto geologico delle sorgenti risulta pertanto estremamente diversificato: a titolo di esempio viene sintetizzata la ricostruzione geologica di due emergenze significative.

La sorgente Baracan 2, che serve il comune di Oulx, è ubicata in un'antica incisione valliva modellata nei calcescisti e colmata dai depositi glaciali di fondo e di ablazione: si sviluppa in particolare in corrispondenza dell'interfaccia tra le due facies; il tenore in carbonati suggerisce un'alimentazione in parte superficiale e in parte profonda, favorita dalla notevole fratturazione dei calcescisti legata allo sviluppo di un'estesa DGPV.

L'emergenza può essere classificata come sorgente per limite di

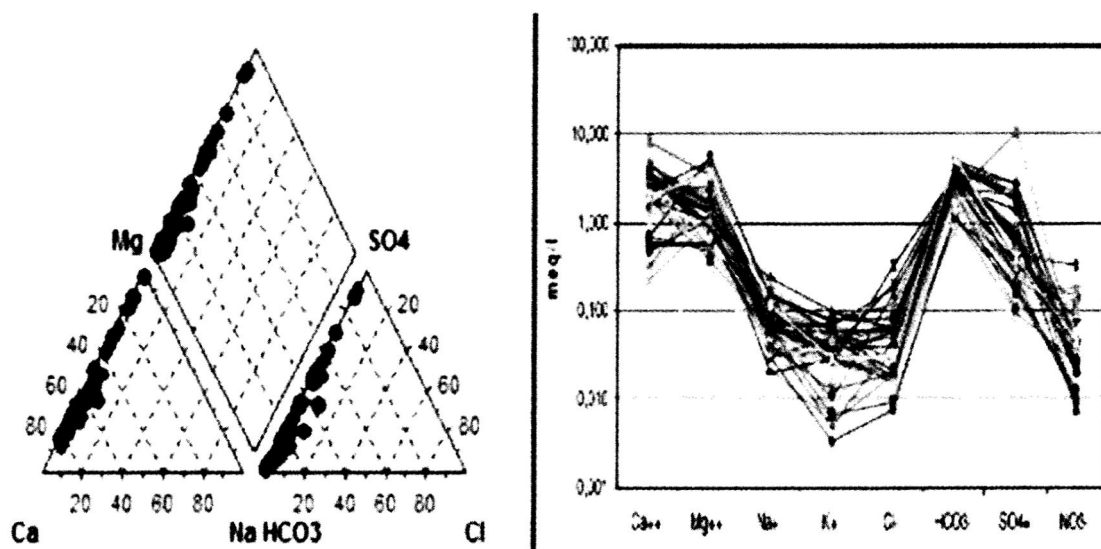


Fig. 3 - Diagrammi di Piper (a) e Schoeller (b) relativi alle sorgenti studiate (Cationi: Ca^{++} = Calcio; Mg^{++} = Magnesio; Na^+ = Sodio; K^+ = Potassio; Anioni: Cl^- = cloruro; HCO_3^- = carbonato; SO_4^{--} = solfato; NO_3^- = nitrato).

permeabilità definito (figg. 4, 5).

La sorgente Colet de l'Ane in comune di Bardonecchia è ubicata in un'incisione torrentizia attuale modellata in depositi di contatto glaciale che poggiano su calcescisti fratturati, presenti verosimilmente a debole profondità: è alimentata prevalentemente dai depositi superficiali ed è favorita dall'intensa deformazione fragile dei calcescisti.

L'emergenza può essere classificata come sorgente per affioramento della superficie piezometrica in corrispondenza di un'incisione che la intercetta (figg. 6, 7).

Conclusioni

Le sorgenti prese in considerazione presentano una sufficiente variabilità in termini sia di contesto geologico-geomorfologico sia di significato idrogeologico.

Lo studio è preliminare all'installazione di stazioni per la misura

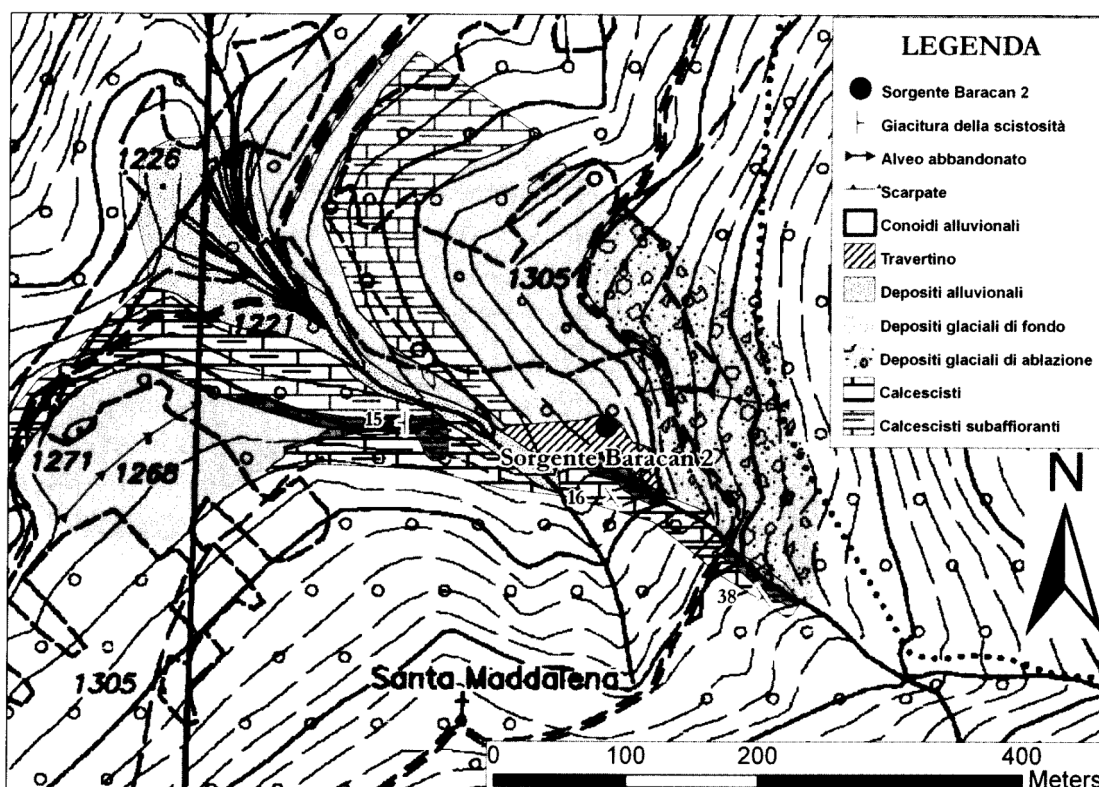


Fig. 4 - Carta geologica della Sorgente Baracan 2.

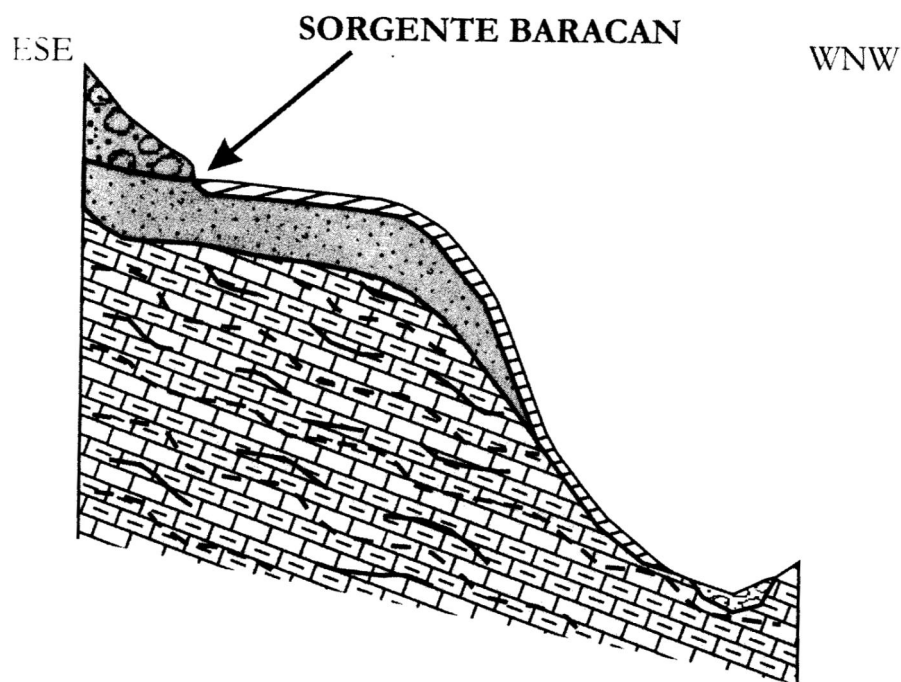


Fig. 5 - Profilo schematico con scala delle altezze esagerata della Sorgente Baracan 2 (legenda: cfr. fig. 4).

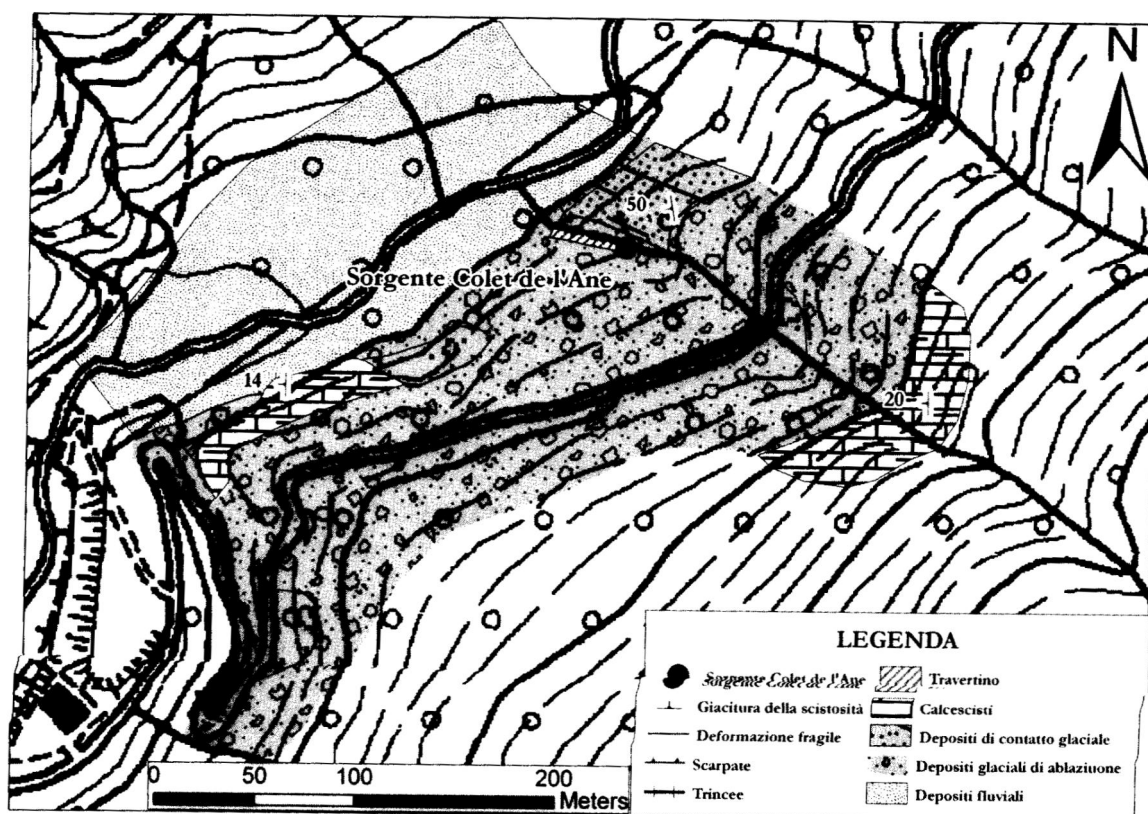


Fig. 6 - Carta geologica della Sorgente Colet de l'Ane.

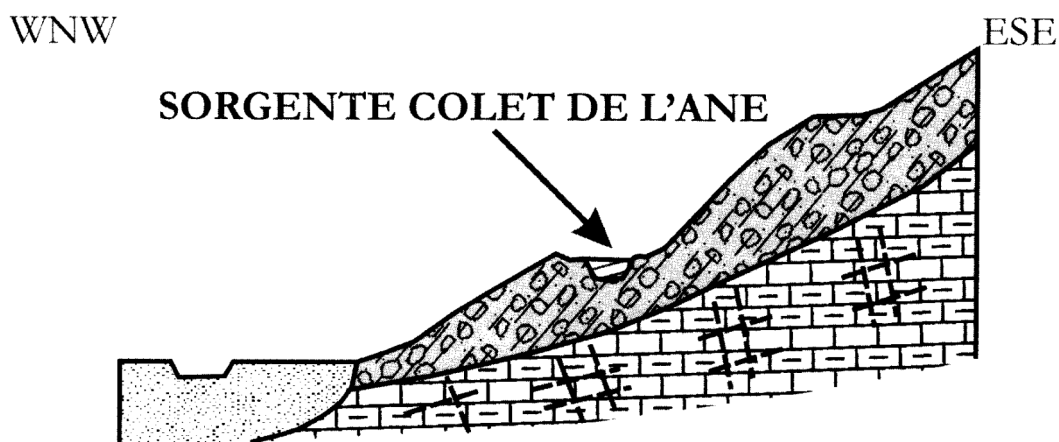


Fig. 7 - *Profilo schematico con scala delle altezze esagerata della Sorgente Colet de l'Ane (legenda: cfr. fig. 6).*

in automatico sia della portata sia di altri parametri chimico-fisici, quali la temperatura e la conducibilità elettrolitica. Il monitoraggio in continuo permetterà di definire le variazioni di portata delle sorgenti, di confrontare quest'ultimo con il regime delle precipitazioni e di valutare i parametri dei serbatoi idrici tramite l'elaborazione delle curve di esaurimento. Esso consentirà inoltre di valutare gli effetti sulle risorse idriche dovuti sia al cambiamento climatico sia agli importanti interventi antropici previsti sul territorio.

BIBLIOGRAFIA

- BIANCOTTI A. *et al.*, *Distribuzione regionale di piogge e temperature*, Direzione dei Servizi Tecnici di Prevenzione, Settore Meteoidrografico e Reti di Monitoraggio, Regione Piemonte - Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Torino, Torino, 1998, p. 80.
- BIANCOTTI A. *et al.*, *Osservazioni su pluviometria e idrologia della Valle di Susa*, in «Geogr. Fis. Dinam. Quat.», 2005, Suppl. 7, pp. 65-72.
- CARRARO F. *et al.*, *Foglio 154, "Susa" della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000*, Servizio Geologico d'Italia, Torino, Litografia Geda, 2002.

- FRATIANNI S. e L. MOTTA, *Andamento climatico dell'Alta Valle Susa negli anni 1990-1999*, Collana Studi Climatologici in Piemonte, Regione Piemonte, Torino, 2002, 4, p. 91.
- POLINO R. *et al.*, Foglio 153 (132-152), "*Bardonecchia*" della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, Servizio Geologico d'Italia, Torino, Litografia Geda, 2002.
- MORI A., *Carta del regime delle precipitazioni*, Roma, CNR, 1969.
- REPUBBLICA ITALIANA, *D.Lgs. 2 febbraio 2001, n. 31 Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano*, G. U. n. 52 del 3 marzo 2001 - Supplemento Ordinario n. 41.